

Национальный банк Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

**В.В. ШУМАК, С.В. ГАЛКОВСКИЙ, Т.Б. РОШКА,
И.И. ПОДОБЕДОВ, Г.А. ЩЕРБА, В.С. ФИЛИПЕНКО**

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

**Учебно-методическое пособие по дисциплине
«Основы экологии и экономика природопользования»**

Для студентов экономических специальностей дневной
и заочной форм обучения; для слушателей факультета повышения
квалификации и переподготовки кадров

Пинск
ПолесГУ
2012

УДК 332.365
ББК 65.28
Э40

Р е ц е н з е н т ы:
кандидат биологических наук С.Н. Лекунович;
кандидат экономических наук В.Ю. Друк

У т в е р ж д е н о:
научно-методическим советом ПолесГУ

Э40 Эколого-экономические аспекты землепользования: учебно-метод. пособие / В.В. Шумак, С.В. Галковский, Т.Б. Рошка, И.И. Подобедов, Г.А. Щерба, В.С. Филипенко. – Пинск: ПолесГУ, 2012. – 64 с.

ISBN 978-985-516-194-4

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических занятий по учебному курсу «Основы экологии и экономика природопользования». Дополняет и расширяет теоретический материал, позволяет применить знания в практической разработке мероприятий и решении задач.

Для студентов экономических специальностей.

УДК 332.365
ББК 65.28

ISBN 978-985-516-194-4

© УО «Полесский государственный университет», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Экологическое состояние земельных ресурсов	5
1.1. Основные направления экологизации землепользования	5
1.2. Почвенно-экологическое районирование	9
1.3. Приоритетные системы земледелия и охрана почв от разрушения, повышение их плодородия	12
1.4. Мероприятия по охране почв от эрозии	15
1.5. Мероприятия по охране почв от уплотнения и рекультивация земель	19
1.6. Мероприятия по снижению коэффициентов перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию	23
Практическая работа № 1	26
Практическая работа № 2	27
2. Совершенствование сельскохозяйственного производства	30
2.1. Повышение эффективности ведения сельского хозяйства	30
Практическая работа № 3	35
2.2. Эколого-экономическая оценка деградированных земель	38
Практическая работа № 4	40
Практическая работа № 5	42
Практическая работа № 6	47
Практическая работа № 7	50
Практическая работа № 8	53
2.3. Оценка экономического ущерба от техногенного загрязнения земель сельскохозяйственного назначения	55
Практическая работа № 9	57
2.4. Экологическая сертификация территории	59
Литература	62

ВВЕДЕНИЕ

Растущая потребность в продуктах питания, тем более в экологически чистых продуктах, требует особого внимания человека к качеству земельных ресурсов. Увеличение количества нарушенных земель, а также загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами, радиоактивными элементами требуют новых подходов к землепользованию. В связи с этим необходима разработка критериев эколого-экономической оценки земель и изучение эффективности землепользования. Исследования плодородия земли как многофакторного явления, сочетающего в себе организационные, агротехнические и агрохимические аспекты в едином целом, позволяют разработать обоснованные варианты получения максимально возможного урожая, отвечающего высоким требованиям по качеству или с допустимым уровнем загрязнения.

Изучение курса «Основы экологии и экономика природопользования» предполагает формирование у студентов экологического мировоззрения, наличие определенных знаний в области рационального природопользования, экологически безопасного и экономически эффективного сельскохозяйственного производства, в том числе на загрязненных территориях.

Использование предложенного в пособии материала позволит студентам приобрести знания по ведению экологически и экономически обоснованной сельскохозяйственной деятельности, получить практические навыки в области решения задач эколого-экономической оценки земель, в частности нарушенных и подвергшихся загрязнению местообитаний. С целью более эффективного усвоения практического материала в пособии раскрывается сущность подходов к изучению эколого-экономической эффективности использования земель, в том числе с учетом уровня плодородия почв, степени загрязнения, проведения агротехнических и агрохимических мероприятий. Приводятся краткие особенности и характеристика поведения в почве радионуклидов, агротехнические и агрохимические мероприятия по снижению коэффициентов перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

1.1. Основные направления экологизации землепользования

Промышленное производство и современное сельское хозяйство с его высокими природоемкостью, энерговооруженностью, темпами химизации, индустриализации, концентрацией животноводства, освоенностью и распаханностью территорий способны изменять и нарушать сложившиеся биохимические циклы круговорота вещества и энергии в существующих биогеоценозах. В глобальных масштабах экологическое динамическое равновесие существенно изменяется, осложняется санитарно-гигиеническое состояние природной среды. Атмосфера, почвы и водоемы подвержены загрязнению отходами животноводства, ядохимикатами и удобрениями, продуктами эрозии, радиоактивными элементами. Это оказывает существенное отрицательное влияние на качество и безопасность промышленной товарной продукции, на химический состав растениеводческой и животноводческой продукции, ее потребительские и пищевые свойства, качество питьевой воды, что в конечном итоге сказывается на здоровье человека.

Основными факторами, влияющими на сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения, являются:

- исключение из оборота площадей, загрязненных радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС. По итогам 2010 г. выведено из сельскохозяйственного производства 247,6 тыс. га, или 1,2 % территории республики;
- закономерное сокращение земель сельскохозяйственного назначения в связи с их изъятием для государственных, общественных целей, строительства дорог, городов, добычи ископаемых и т.д.;
- естественное зарастание земель сельскохозяйственного назначения кустарником и мелколесьем в районах с напряженной демографической ситуацией;
- значительная часть естественных сенокосов систематически не скашивается и выбывает из сельхозоборота в связи со снижением объемов культуртехнических и мелиоративных работ;

– мелкая контурность земель сельскохозяйственного назначения, обусловленная ландшафтными условиями;

– нерациональное использование осушенных торфяно-болотных почв, приводящее к деградации (срабатыванию) торфяников, площадь которых к настоящему времени уменьшилась на 300 тыс. га;

– большой экологический и экономический ущерб наносит эрозия почв, которой охвачено в республике около 4 млн. га, из них около 2,6 млн. га эродированных (19 %) и эрозионно опасных (81 %) пахотных земель. В результате сильной степени развития эрозии теряется 30–50 % урожая, ежегодно смывается 18 т/га мелкозема, где содержится 180–200 кг/га гумуса, 4–5 кг/га фосфора и калия, загрязняются грунтовые воды и водоемы, т.е. наблюдается резкое снижение плодородия;

– почвы республики завалунены на 26,4 % всей пашни, особенно в северной центральной и северо-западной ее частях, поэтому из-за каменистости недобор урожая зерновых составляет 0,3–3,7 ц/га;

– используемая тяжелая техника и многократные проходы по полям приводят к переуплотнению почвы на большую глубину, что влечет за собой снижение урожая на 30–50 %.

В рамках комплекса мероприятий по совершенствованию землепользования в сельскохозяйственном производстве можно выделить следующие группы мероприятий по улучшению использования земельных ресурсов:

1. Совершенствование нормативно-методической базы и системы мониторинга земель. Кодекс Республики Беларусь «О земле», который вступил в силу с 1 января 2009 г., обеспечивает информационно-правовую основу землепользования. Для обеспечения рационального использования и охраны земель, защиты прав собственников земли, землепользователей и арендаторов, а также создания основы для установления цены на землю, земельного налога в Республике Беларусь ведется Государственный земельный кадастр.

2. Оптимизация организационной структуры земледелия и совершенствование структуры посевных площадей на основании пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур и внедрения почвенно-экологических севооборотов. Основной причиной недостаточного освоения севооборотов в республике является пестрота почв в полях. Совершенствование структуры посевных

площадей и севооборотов должно базироваться на формировании однородных в почвенно-экологическом отношении рабочих участков, представленных преимущественно одной агропроизводственной группировкой почв с учетом технологических условий (каменистость, эродированность, угол склона, удаленность от хозяйственных центров). Для каждого участка устанавливается рациональный набор культур в севообороте.

3. Улучшение использования земельного фонда в отношении земель сельскохозяйственного назначения (борьба с эрозией, мелиорация, внесение повышенных доз органических удобрений и т.д.). Производительная способность почв и более рациональное использование земельного фонда республики могут быть улучшены за счет проведения мелиоративных, гидротехнических и культуртехнических мероприятий. Ежегодно агротехнические противоэрозионные мероприятия выполняются на площади около 1 млн. га эродированных и эрозионно опасных земель. Более 1 млн. га потенциально плодородных суглинистых почв нуждаются в регулировании водно-воздушного режима.

4. Ограничение влияния несельскохозяйственных отраслей, сокращение изъятия угодий из сельскохозяйственного оборота (строительство дорог, рост городов и т.д.), компенсация их потерь со стороны, снижение загрязнения земельных ресурсов.

5. Поиски и использование свободных земель, пригодных в аграрном отношении, рациональное использование земельного фонда с точки зрения сельскохозяйственного производства и альтернативных видов хозяйственной деятельности, рационализация использования осушенных земель. Важным направлением в мелиоративном строительстве и использовании осушенных земель является существенное повышение экологической устойчивости систем, гарантирующих получение качественной продукции и сохранение природных ресурсов. Приоритетным направлением в мелиорации следует считать освоение и ввод в эксплуатацию ранее выбывших из оборота земель.

По результатам научных исследований на мелиорируемых торфяных почвах возможно получение 10–12 т/га к. ед., суглинистых и связных супесчаных – 8–10 т/га к. ед. Фактическое состояние мелиорируемых земель позволяет получать 6–8 т/га к. ед. Ставится во-

прос расширенного воспроизводства и повышения продуктивности мелиорируемых земель. Одним из направлений сохранения торфяных почв и запасов торфа является полное запрещение использования торфа для целей энергетики и сокращение потребления его в качестве удобрений.

6. Повышение продуктивности сенокосов и пастбищ предполагает проведение следующих мероприятий: своевременное перезаживление, внесение минеральных удобрений на луговых угодьях.

7. Широкое внедрение почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, приемов улучшения агрофизических свойств пахотных почв. Применение повышенных доз органических удобрений, глубокое рыхление верхнего слоя почвы, периодическое изменение глубины вспашки, дифференциация сроков проведения работ по обработке почв способствуют увеличению полевой влагоемкости и снижению плотности пахотного слоя. Использование на глинистых почвах машин и механизмов с низким удельным давлением на грунт, более широкое применение комбинированных агрегатов позволяет уменьшить количество проходов техники по полям и тем самым оптимизировать водно-воздушный режим и агрофизические свойства почвы.

1.2. Почвенно-экологическое районирование

Главным условием роста сельскохозяйственного производства следует считать повышение плодородия почвы и культуры земледелия, организацию рационального использования земель. В структуре земель сельскохозяйственного назначения преобладают дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные почвы – 87,5 %. В составе земель сельскохозяйственного назначения увеличивается процент дерновых заболоченных и торфяных почв, ими представлены в основном кормовые угодья, вовлеченные в производство.

Поддержание стабильного уровня плодородия почвы, ее биологической активности возможно лишь при поддержании бездефицитного баланса органического вещества. Необходимое содержание гумуса на глинистых почвах – 3,0–3,5 %, суглинках – 2,5–3,0 %, супесчаных – 2,0–2,5 %, песчаных – 1,8–2,2 %, не реализуется в пределах 10–20 %. Так, например, по итогам 2009 г., значительно сократилось внесение органических удобрений и составило в среднем около 9 т/га, при минимальной потребности 12 т/га, что ведет к дефициту гумуса в почве, и в конечном итоге к снижению ее плодородия. Дефицит гумуса рекомендуется снижать за счет применения зеленых удобрений, расширения посевов бобовых культур и бобово-злаковых смесей, промежуточных культур, сокращения доли пропашных культур в структуре посевов.

В зависимости от степени увлажнения различают автоморфные (нормально увлажненные) почвы, занимающие около 45,3 % общей площади пахотных угодий; полугидроморфные (длительно избыточно увлажненные) – 40,3 %; гидроморфные (постоянно избыточно увлажненные) – 14,4 %. Следовательно, основной фонд пахотных земель Республики Беларусь составляют дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные почвы.

Дерново-подзолистые почвы не отличаются высоким естественным плодородием вследствие невысокого содержания гумуса и питательных веществ в перегнойном горизонте и его маломощности, повышенной кислотности, плохой аэрации и непрочности структуры, завалуненности, подверженности эрозии, мелкоконтурности угодий. Плодородие дерново-подзолистых заболоченных

почв снижается из-за их неблагоприятных водно-физических свойств.

Дерновые и дерново-карбонатные почвы имеют ограниченное распространение, однако в условиях региона обладают наиболее высоким естественным плодородием. Они характеризуются хорошо выраженным и достаточно мощным перегнойным горизонтом с повышенным содержанием гумуса, нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, высокой насыщенностью основаниями, зернисто-комковатой структурой. Согласно качественной оценке почвы данного типа, развивающиеся на средне- и легкосуглинистых породах, имеют наивысший балл плодородия – 100. Достаточно высокое потенциальное плодородие дерновых и дерново-карбонатных заболоченных почв снижается из-за постоянного переувлажнения.

Торфяно-болотные почвы формируются на пониженных элементах рельефа в условиях постоянного избыточного увлажнения атмосферными и грунтовыми водами. В зависимости от генезиса, условий залегания, водного питания и характеристики растительности они делятся на торфяно-болотные низинные (78 % их общей площади), верховые (4 %), пойменные (18 %).

Торфянисто-глеевые имеют мощность торфяного пласта до 30 см, **торфяно-глеевые** – мощность 30-50 см, **торфяно-болотные** – более 50 см глубина торфяного горизонта. Эти почвы, в первую очередь пойменные, обладают значительным плодородием вследствие высокого содержания органического вещества, которое определяет их важнейшие физические, физико-химические и агрохимические свойства. Однако реализация этого потенциала возможна только при оптимизации водно-воздушного режима почв и осуществления других мелиоративных мероприятий. Пойменные дерновые заболоченные почвы развиваются в поймах рек, где наряду с зональными факторами почвообразования создаются специфические условия, связанные с затоплением в период половодий и летне-осенних паводков и отложений на поверхности аллювиальных наносов. Большинство из них характеризуются достаточно высоким естественным плодородием и используются, главным образом, под сенокосы и пастбища.

Разнообразие почв республики, различия их по степени окультуренности, мелиоративном и культуртехническом состоянии обусловили пестроту пашни и кормовых угодий. В настоящее время земли сельскохозяйственного назначения по кадастру оцениваются: пашня, в целом, по республике – в 31,2 балла, из них оценку 25-35 баллов имеет около 46,4 % пашни, а кормовые угодья – ниже 30 баллов. Выполненные землеоценочные работы показали, что между областями, районами и хозяйствами существуют большие различия в уровне эффективного плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

В настоящее время проводится почвенно-экологическое районирование земель республики, которое предусматривает расчленение их на районы с одинаковыми природными зонами, что позволит уточнить специализацию, структуру посевных площадей и разработать природоохранную систему земледелия для каждого района.

1.3. Приоритетные системы земледелия и охрана почв от разрушения

Процесс сельскохозяйственного производства основывается на создании хозяйственного механизма, обеспечивающего сбалансированное устойчивое развитие в динамическом единстве экономики и экологии, техники и биологии. Большинство современных ландшафтов в той или иной степени претерпели антропогенные изменения и состоят из двух частей – естественной и хозяйственной. Ландшафт упрощается как биосистема при воздействии на него человека.

Контурно-ландшафтное земледелие – это комплексное использование территорий в границах сложившихся агроландшафтов, усиление взаимодействия искусственных и естественных биогеоценозов (экосистем). В результате антропогенной деятельности происходит перестройка биологического и геохимического круговоротов, водно-теплового баланса, особенностей почвообразования, численности и видов живых организмов в пределах изучаемых биогеоценозов. Возникающие монокультурные однообразные агрохозяйственные ландшафты имеют низкую продуктивность и устойчивость по сравнению с естественными экосистемами, увеличивается их уязвимость к внешним воздействиям.

Для повышения производительности и устойчивости агроландшафтов необходимо сохранять существующие экологически ценные естественные участки (леса, кустарники, естественный травостой) в нетронutom состоянии и создавать новые биоценозы (сообщества живых организмов). По контуру агроландшафтов создаются особые участки местности с естественной растительностью – экотоны, где обычно увеличивается число видов и количество особей – так называемый эффект опушки. Система естественных и искусственных границ оказывает влияние на антропогенные ландшафты, где изменяется мезо- и микроклимат (уменьшается скорость ветра, увеличивается влажность почвы и воздуха, сглаживается суточный ход температуры воздуха и т.д.), меняется водный режим (распределение осадков и их стока, накопление снега и т.д.).

Контурно-экологическое земледелие основывается на агропроизводственных группировках почв, предусматривающих вклю-

чение в поля севооборотов и самостоятельно используемых участков почв с одинаковыми или близкими свойствами, пригодных для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур, требующих одинаковой агротехники и мероприятий по повышению плодородия. Важная роль при этом отводится организации контурно-экологических севооборотов, предусматривающих чередование сельскохозяйственных культур, наиболее полно учитывающих их биологические особенности; максимальное насыщение севооборотов бобовыми и промежуточными культурами; ограничение возделывания злаковых трав в чистом виде как источника инфекций, фактора разрушения гумуса и накопления значительного количества нитратов.

Несмотря на большие различия в составе и свойствах почв по административным районам республики, зерновые культуры занимают в севооборотах от 43 до 48 % посевных площадей. В то же время в ряде районов республики возделывание зерновых, и в первую очередь озимых культур, ограничено из-за переувлажнения почв. Недостаточно учитывается гранулометрический состав почв при размещении посевов зерновых, почвенные условия при размещении пропашных культур.

Интенсификация технологий в растениеводстве при отсутствии севооборотов или несоответствии их конкретным почвенным и экологическим условиям нередко приводит к сокращению гумуса в почве и, в целом, к снижению почвенного плодородия.

Контурно-мелиоративная организация территорий представляет собой систему организационно-территориальных, агротехнических, гидротехнических и других почвозащитных приемов, адаптированных к особенностям ландшафтов конкретной территории. Охрана земель и их рациональное использование осуществляется на основе комплексного подхода к угодьям как сложным природным образованиям с учетом их зональных и региональных особенностей.

Система рационального использования земель должна носить природоохранный, ресурсосберегающий характер и предусматривать сохранение плодородия почв, ограничение воздействий на растительный и животный мир и другие компоненты природы.

Охрана земель предусматривает:

- защиту земель от водной и ветровой эрозий, засоления, заболачивания, подтопления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства;
- рекультивацию нарушенных земель, повышение их плодородия;
- снятие и сохранение плодородного слоя почвы для использования его при рекультивации земель или повышения плодородия малопродуктивных земель;
- установление особых режимов пользования земель, имеющих природоохранное и историческое значение.

В Республике Беларусь ведется мониторинг земель, действует разносторонняя система наблюдений за состоянием земельного фонда, используемая для своевременного выявления и оценки изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов.

1.4. Мероприятия по охране почв от эрозии

Защита почв от эрозии и дефляции осуществляется комплексом взаимосвязанных и взаимодействующих мероприятий. Условно все виды противоэрозионных и противодефляционных мероприятий делятся на четыре группы: землеустроительные (организация территории), агротехнические, лесомелиоративные, гидротехнические.

Для предотвращения и ослабления **водной эрозии** в комплекс мероприятий, способствующих задержанию осадков на пахотных землях, включаются следующие.

1. Противоэрозионная организация территории – обоснованный состав, соотношение, размещение сельскохозяйственных культур, полей севооборотов, лесополос и др.

2. Агротехнические противоэрозионные мероприятия, которые затрагивают несколько элементов системы земледелия, в первую очередь порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки почвы.

На эрозионно опасных участках необходимо вводить занятые пары. Парозанимающими культурами могут быть вико-овсяная смесь, горохо-овсяная смесь, клевер, а на менее опасных в эрозионном отношении участках – ранний картофель, кукуруза на силос. Промежуточные культуры выполняют почвозащитную функцию, так как занимают пашню в период отсутствия на ней основных культур. В качестве пожнивных и поукосных промежуточных культур применяют озимую рожь, вику, редьку масличную, турнепс; в качестве подсевных культур – клевер, райграс, сераделлу. Промежуточные культуры защищают почву от эрозии, дают дополнительный урожай, а также органический материал для заправки в целях улучшения физическо-химических свойств почвы.

Узкорядные посевы более устойчивы к эрозии, чем обычные при прочих равных условиях. Их применение приводит к уменьшению урожайности зерновых культур на 1,5–2 ц/га, в то время как смыв почвы снижает его на 25–50 %.

Полосное размещение культур применяют для защиты почвы от водной и ветровой эрозии при освоении склонов. Склон засевают многолетними травами – полосами, оставшееся нераспаханное пространство отводят под однолетние культуры.

Почвозащитные севообороты размещены на более эродированных частях склонов, насыщены почвозащитными культурами и связаны с усиленным применением на их территории всех необходимых средств и приемов противоэрозионной защиты. Наибольшей почвозащитной эффективностью обладают многолетние травы, озимые и яровые культуры, зернобобовые и однолетние травы, крупяные культуры.

Мульчирование – эффективный прием сохранения и накопления в почве влаги, а также защиты почв от эрозии. Мульчирующий материал предохраняет почву от прямых ударов дождевых капель, разрушающих ее структуру, вызывающих уплотнение верхнего слоя и снижение его водопроницаемости. Он также способствует повышению шероховатости поверхности почвы и таким образом снижает скорость водных потоков.

Применяется вспашка поперек склона, а также ступенчатая вспашка чередующимися бороздами на разную глубину, которые затрудняют внутрипочвенный и поверхностный сток. Этот прием дает прибавку урожая зерновых на 2–4 ц/га, задерживает 5–8 мм влаги.

Наиболее эффективными способами водозадерживающей обработки почв является лункование, прерывистое бороздование, щелевание, кротование (ходы 6–8 см, залегающие на постоянной глубине 30–40 см), которое выполняется одновременно со вспашкой.

Снегозадержание в период интенсивного снеготаяния является наиболее эффективным противоэрозионным приемом. Стерневые кулисы, представляют собой полосы стерни шириной 60 см друг от друга, которые остаются после уборки урожая зерновых. Рекомендуются также 2–3 раза в зимний период во время оттепелей снегопата при высоте снежного покрова до 12 см.

3. Агролесомелиоративные мероприятия предполагают улучшение природных условий земель сельскохозяйственного назначения путем создания лесозащитных полос. В результате оптимизируются водно-воздушный и температурный режимы сельскохозяйственных земель, повышается противоэрозионная и противодефляционная стойкость почв, снижается интенсивность воздействия на почву водных и воздушных потоков.

4. Гидротехнические противоэрозионные мероприятия применяют в том случае, когда агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий недостаточно – чаще на крутых склонах и сильно заовраженных землях. На склонах крутизной $4-6^{\circ}$ эффективны валы-террасы, ступенчатые террасы, водозадерживающие валы, запруды.

Валы-террасы строят на горизонтальной поверхности и привязывают к границам полей, высота их 30-60 см, ширина основания в 8-12 раз больше высоты. Эти валы легко пересекаются сельскохозяйственными машинами при обработке почвы. Ступенчатые террасы сооружаются в целях интенсивного использования крутых склонов под многолетние травы с механической обработкой почвы и ухода за растениями.

Водоудерживающие валы устраивают на прилегающих к вершине оврага участках склона для приостановления развития эрозийного процесса. При уклоне до 3° – площадь водосбора не должна превышать 5–8 га, при $3-6^{\circ}$ – не более 5 га. Валы возводят бульдозером путем сдвигания предварительно вспаханной почвы.

Запруды строят в привершинной части оврагов, где вследствие больших уклонов скорость потока оказывается выше допустимой для данного грунта.

5. Специальные приемы, разрабатываются под конкретную ситуацию.

По борьбе с **ветровой эрозией** выделяют следующие мероприятия:

1. Организация территории (те же мероприятия, что и при водной эрозии).

2. Агротехнические мероприятия определяют порядок использования земли в севообороте и систему механической обработки почвы, чем снижают скорость ветра в приповерхностном слое и повышают противодефляционную стойкость почвы.

Важную почвозащитную роль имеет растительность, поэтому для защиты от ветровой эрозии рекомендуется использовать следующие приемы:

– размещение на эрозионно опасных землях многолетних трав и зерновых культур;

– полосное размещение посевов, которое предполагает чередование полей, занятых почвозащитными культурами с полями под культурами, не способными предотвратить эрозию почвы;

– мульчирование почвы используется для предотвращения ветровой эрозии. Почву мульчируют послеуборочными остатками, отходами промышленности, подстилочным или жидким навозом;

– посев промежуточных культур – масличная редька, вико-овсяная смесь, овес. Озимые почвопокровные культуры используют в районах достаточного увлажнения;

– создание защитной зоны с помощью кулис, которые служат фильтром, задерживающим почвенные частицы, переносимые ветром;

– травосеяние является единственным способом предотвращения ветровой эрозии, его применяют на песчаных почвах при перегрузке выпаса скота на целинных или искусственных пастбищах на легких по гранулометрическому составу почвах.

3. Почвозащитная обработка почвы включает использование безотвальных плугов, плоскорезов, чизелей, почвозащитных сеялок, задача которых минимизировать нарушение пахотного слоя и равномерно распределять семена по площади, что обеспечит защиту почвы и семян от выдувания. До того как всходы окрепнут, они должны быть защищены пожнивными остатками, поэтому в данном случае для засева эрозионно опасных участков применяют стерневые сеялки.

4. Лесомелиоративные мероприятия включают посадку полезащитных лесополос, облесение малопродуктивных легких песчаных и супесчаных почв.

5. Запрещена коренная мелиорация пойменных лугов, здесь применяется безотвальная обработка с последующим залужением. Рекомендуется использовать только приемы поверхностного улучшения – борьба с сорняками, соблюдение сроков сенокошения, режим выпаса скота и т.д.

1.5. Мероприятия по охране почв от уплотнения и рекультивация земель

Технология возделывания большинства сельскохозяйственных культур требует выполнения многократных проходов по полю тяжелых тракторов, комбайнов, транспортных средств и другой техники. За период предпосевных обработок и сева по влажной почве ходовые части машин покрывают до 80 % поверхности поля, а посадки сахарной свеклы, картофеля и других пропашных культур подвергаются 3-6-кратному воздействию техники.

В результате происходит **уплотнение почв**, что приводит к следующим негативным последствиям:

1. Снижается урожайность культур в первый год на 15–60 %, на 2-3-й – на 10–30 % в зависимости от культуры и типа почв;
2. Увеличивается плотность пахотного горизонта на 10–40 %, глубина уплотненного горизонта достигает 40–60 см, а в отдельных случаях – 1 м;
3. Ухудшается структура пахотного слоя, уменьшается его водопроницаемость (в 2–5 раз) и увеличивается испаряемость влаги (до 1 мм/га в сутки);
4. Увеличиваются до 90 % энергозатраты при обработке уплотненной почвы, а также количество неусвоенных минеральных удобрений (до 5 %).

Оснащение сельскохозяйственного производства новой мощной техникой – действие прогрессивное, позволяющее повышать производительность труда, но в настоящее время деградация почвы от воздействия тяжелых машин не покрывается ее естественным самовосстановлением и разуплотнением. Это приводит к дополнительным вложениям энергетических ресурсов и трудовых затрат. Составлены и используются почвенные карты, картограммы содержания в почвах макро- и микроэлементов, карты эродированности и своды другой информации.

Повышенная плотность почв при переменном увлажнении и иссушении затрудняет их обработку. Установлено, что для большинства сельскохозяйственных культур оптимальное соотношение различных фаз почвы должно быть следующим: твердая – 40–46 %, жидкая – 28–32 %, газообразная – 26–28 %, т.е. как соотношение ча-

стей 1,5:1:1. Отношение растений к такому строению почвы сформировалась в процессе их эволюции, и одна из главных задач земледелия состоит в создании и поддержании данного соотношения ее физических фаз.

Уплотненная почва становится податливой к эрозии. Уплотнение сопровождается истиранием почвы, особенно если она иссушена. При работе трактора МТЗ-80 за вегетационный период образуется до 14 т пыли. Особенно опасно уплотнение тяжелых почв, оно имеет кумулятивный характер. Разуплотнение почв, особенно содержащих менее 3 % гумуса, идет очень медленно и обычно не полностью. Почва подвергается уплотнению ежегодно без отдыха, необходимого для восстановления ее плодородных сил.

В целях создания благоприятных условий для функционирования агроэкосистем необходимо сокращение нерациональных затрат энергии совмещением технологических операций в одном цикле – при предпосевной и посевной обработке почвы, внесении повышенных доз органических удобрений, созданием новой техники с допустимым давлением на единицу площади земли.

Рекультивация земель – это комплекс технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, инженерно-строительных работ, направленных на восстановление нарушенных земель, предназначенных для сельскохозяйственного использования, отведения под лесные насаждения, обустройство зон отдыха, водоемов, использования под застройку.

К нарушенным землям относят участки земли, где под влиянием антропогенной деятельности человека или природных факторов плодородный слой почвы разрушен полностью или частично, и на его восстановление требуются затраты средств. В 2009 г. нарушенных земель в Республике Беларусь было свыше 490 тыс. га.

В мировой практике существуют следующие направления рекультивации:

- сельскохозяйственное;
- лесохозяйственное;
- санитарно-гигиеническое и озеленительное;
- водохозяйственное (создание водоемов различного назначения);

– жилищное и капитальное строительство на нарушенных землях.

Восстановление земель проходит в два этапа: первый – техническая рекультивация, целью которой является подготовка нарушенной поверхности для последующей биологической рекультивации. Второй этап – биологическая рекультивация, цель которой – проведение мероприятий по восстановлению плодородия почв, т. е. обеспечение внесения повышенных доз органических и минеральных удобрений, правильного смешивания гумусового слоя с породами и пород между собой.

Техническая рекультивация заключается в снятии верхнего плодородного слоя, планировке карьеров, устройстве въездов и дорог, нанесение плодородного слоя (более 400 т/га плодородного слоя для повышения биологической активности считается экономически нецелесообразным).

В последнее время существует необходимость выделения как самостоятельной разновидности технологически деградированных торфяных почв – сработанных торфяников, которые в нарушение требований к их использованию быстро минерализовались и превратились в антропогенно нарушенные торфяные почвы – гумусированные пески. Площадь таких почв по республике составляет 0,8 % от всех осушенных торфяников или 46,9 тыс. га. После проведения рекультивационных работ сработанные торфяники можно использовать для выращивания сельскохозяйственных культур, под сенокосы и пастбища, лесопосадки, для создания водоемов различного назначения. Исключительное значение имеет использование торфяных выработок с точки зрения охраны природы, так как значительная часть их – брошенные земли.

При подготовке выработанных торфяников к возделыванию сельскохозяйственных культур оставшийся слой торфа подвергают обработке, что активизирует микробиологические процессы и минерализацию органических соединений азота, фосфора в торфе в доступные для растений формы минеральных соединений.

Для использования в сельском хозяйстве рекультивируются потенциально плодородные земли суглинистого или супесчаного гранулометрического состава. Для лесного хозяйства отводятся малопродуктивные, в основном песчаные, реже супесчаные почвы, для

рыбного хозяйства используются глубокие карьеры после выработки глины.

Дерново-подзолистые рекультивированные земли после 3-4-летнего выращивания на них многолетних трав можно использовать для возделывания зерновых и других культур.

Выработку из-под песка рекомендуется использовать под лесоразведение, из-под мела и известковых пород чаще занимают под водоемы. Застройка отвалов, дачное строительство возможны после усадки выработки – не менее чем через 10 лет после отсыпки.

1.6. Мероприятия по снижению коэффициентов перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию

Радиоактивное загрязнение местности, как правило, возникает в результате техногенной деятельности человека. Так, авария на ЧАЭС привела к выбросу в окружающую среду большого количества радиоактивных веществ, представленных преимущественно радионуклидами цезия и стронция.

Радионуклиды очень подвижны в биосфере: коэффициент биологической подвижности стронция – 3,5, калия и кальция – 2,2, цезия – 0,79, плутония – 0,4. Стронций является радиоактивным аналогом химического элемента – кальция в биосфере, а цезий, соответственно, радиоактивный аналог калия.

Радиоактивный цезий (Cs). Стабильный цезий содержится в земной коре в количестве 0,00065 %. Период полураспада радиоактивного Cs-134 – 2,06 года, Cs-137 – 30,17 года.

В течение первых двух лет после радиоактивного загрязнения местности происходит так называемое «старение» радионуклида, то есть переход его из обменной формы в фиксированную. Цезий взаимодействует с кристаллической решеткой глинистых материалов: в гумусе дерново-подзолистых почв сорбируется около 50 %, в гумусе черноземов – до 70 %. Радионуклид вступает в кристаллохимические реакции со вторичными материалами почв монтмориллонитовой группы и гидрослюдами – фиксируется до 98 %. До 70 % цезия сорбируется гуминовыми кислотами почв.

При наличии в земной коре достаточного количества стабильного элемента фиксация радионуклида существенно снижается. Увеличение концентрации конкурирующих ионов в почвенном растворе от 0,01 до 0,1н приводит к снижению коэффициента перехода цезия на выщелоченном черноземе до 15 раз, на дерново-подзолистых почвах – до 22 раз. С увеличением кислотности от 4 до 7 в подзолистых почвах поглощение цезия возрастает до 200 %. Обычно содержание радионуклида в обменном состоянии в подзолистых почвах – 20–40 %. Сорбция цезия почвой может достигать 99 %, десорбция водой – 2,8 %.

Радиоактивный стронций (Sr₉₀). Содержание стабильного стронция в земной коре – 0,034 %. Стронций – один из самых био-

логически подвижных радионуклидов. Биологический аналог стронция – кальций, содержится в земной коре – 2,96 %.

Подвижность радионуклида Sr_{90} определяется закономерностями поведения стабильного стронция и стабильного кальция. При увеличении концентрации конкурирующих ионов от 0,005 до 0,1 н раствора коэффициент перехода стронция снижается в 6–16 раз. Сорбция радионуклида фульвокислотами гумуса почвы может достигать 60–70 %, глинистой фракцией почв – до 90 %. Фиксируется в необменном состоянии до 80 % и более радионуклидов такими вторичными минералами почвы, как асканит, бентонит, вермикулит и др., десорбция такими минералами почвы, как асканит, бентонит, вермикулит и др. Десорбция радионуклидов водой достигает 5,6 %. При повышении влажности почвы наблюдается увеличение содержания стронция в обменной форме. Коэффициент перехода радионуклидов при кислотности почвы 6,5–7 заметно не изменяется (таблица 1). Поэтому внесение больших доз кальцийсодержащих удобрений для нейтрализации среды при кислотности почвы около 6,5 экологически неоправданно и экономически невыгодно. Вертикальная миграция стронция по профилю почв выше, чем у других радионуклидов, – на гидроморфных почвах достигает 0,3–0,5 см в год. Проникновение радионуклида по профилю почвы до грунтовых вод не отмечено.

В пахотном горизонте радионуклиды распределены равномерно. Подплужная подошва является своеобразным геофизическим барьером к проникновению радионуклидов в более глубокие горизонты. В верхнем 5–10-сантиметровом слое почвы многолетних культурных пастбищ и сенокосов содержится до 90 % радионуклидов. В силу естественного распада происходит снижение их радиоактивности на 1,5 % в год. Некоторое количество радионуклидов вовлекается не только в оборот растительным сообществом территории, но и распространяется с животными организмами, населяющими почвенные горизонты.

Известкование почв позволяет снизить коэффициент перехода (K_n) радионуклидов до 10 раз. Применение удобрений, в том числе калийсодержащих, снижает коэффициент перехода до 8 раз, внесение глины и ила – до 4 раз.

**Таблица 1 – Эффективность защитных мероприятий
от радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции**

Технологический прием	Показатели эффективности
Обработка почвы (вспашка с оборотом пласта, глубокая вспашка)	Снижение накопления в 1,2–5,0 раза
Известкование (в дозе 1,5–2,0 рН)	Снижение накопления в 2,0–4,0 раза
Применение органических удобрений	Снижение накопления в 1,2–2,5 раза
Применение фосфорных удобрений	Снижение накопления для ^{137}Cs в 1,0–1,5 раза, ^{90}Sr – 1,2–3,5 раза
Применение калийных удобрений	Снижение накопления для ^{137}Cs в 1,5–3,5 раза, ^{90}Sr – 1,2–1,5 раза
Оптимизация доз применения азотных удобрений	Превышение оптимальных доз ведет к росту накопления радионуклидов в растениях в 1,2–2,5 раза. Оптимальное соотношение NPK 1:1,5:2
Применение природных сорбентов (цеолиты, глины и др.)	Эффект нестабилен – наблюдается отсутствие эффекта или снижение накопления радионуклидов в 1,2–3,0 раза
Подбор видов и сортов культур с минимальными уровнями накопления радионуклидов	Снижение накопления в зависимости от вида до 30, от сорта до 7 раз
Использование биологически активных веществ при возделывании зерновых культур	Снижение накопления ^{137}Cs в урожае на 10–20 %
Обработка клубней биологически активными веществами	Снижение накопления ^{137}Cs в клубнях на 10-30 %
Коренное улучшение сенокосов и пастбищ	Снижение радионуклидов в травостое в 2,7–6,2 раза
Поверхностное улучшение сенокосов и пастбищ	Снижение радионуклидов в травостое в 1,6–2,9 раза
Осушение + поверхностное улучшение	Снижение радионуклидов в травостое в 2,5–5,5 раза
Осушение + коренное улучшение	Снижение радионуклидов в травостое в 3–10 раза

Практическая работа №1

Вариант 1. Разработать план мероприятий по предупреждению развития процессов водной эрозии. Выбрать систему ведения сельского хозяйства. Земельный участок имеет границы с мелиоративными каналами и естественными лесными насаждениями, торфяно-болотные почвы.

Вариант 2. Разработать план мероприятий по предупреждению развития процессов ветровой эрозии. Выбрать систему ведения сельского хозяйства. Земельный участок имеет на границах естественный водоем и асфальтированную трассу, дерново-карбонатные почвы.

Вариант 3. Разработать план мероприятий по предупреждению развития процессов уплотнения почв. Выбрать систему ведения сельского хозяйства. Земельный участок имеет границы искусственных лесных насаждений, торфяно-глеевые почвы.

Вариант 4. Разработать план мероприятий по предупреждению развития процессов уплотнения почв. Выбрать систему ведения сельского хозяйства. Земельный участок имеет границы искусственных лесных насаждений, дерново-подзолистые суглинистые почвы, на песчаных подстилающих породах.

Вариант 5. Разработать план мероприятий по рекультивации участка. Выбрать направление рекультивации и будущего использования. Земельный участок имеет мелкоконтурные выработанные торфоплощадки с границами искусственных лесных насаждений.

Вариант 6. Разработать план мероприятий по рекультивации участка. Выбрать направление рекультивации и перспективы развития хозяйственной деятельности. Земельный участок имеет загрязненную тяжелыми металлами почву на границе населенного пункта и асфальтированную трассу.

Вариант 7. Разработать план мероприятий по ведению сельскохозяйственного производства на территории, загрязненной радионуклидами. Оценить перспективы развития хозяйственной деятельности. Земельный участок имеет дерново-подзолистые почвы на границе с естественными лесными насаждениями, понижениями земной коры вблизи месторождения полезных ископаемых.

Практическая работа № 2

Задание 2.1.

Определить эффективность рекультивации выработанной торфоплощадки (по 1 варианту), планируемой для использования в качестве культурного сенокоса, если нормативный срок окупаемости капиталовложений на восстановление участка составляет 10 лет. Исходные данные по объему затрат на рекультивацию и планируемому доходу от дальнейшей эксплуатации участка представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для определения эффективности затрат на рекультивацию торфоплощадки

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Площадь торфоплощадки, га	30	40	20	15	25
Затраты на проведение гидротехнических мероприятий, у.е./га	180	175	190	200	170
Затраты на планировку участка, у.е./га	60	55	65	50	60
Затраты на проведение культуртехнических работ, у.е./га	110	100	115	120	105
Затраты на залужение, у.е./га	60	60	60	60	60
Объем дохода со всего участка после его рекультивации, тыс. у.е./га	2640	3600	1950	1380	2425

Решение:

1. Рассчитать приведенные затраты, т.е. сумму затрат в течение года для реализации природоохранных мероприятий:

$$E_n = 1 / T_n = 1 / 10 = 0,1$$

$$Z_{np} = C + K \times E_n = 60 + (180 + 60 + 110) \times 0,1 = 95 \text{ у.е./га,}$$

где Z_{np} – приведенные затраты на рекультивацию, у.е./га;

E_n – нормативный показатель окупаемости капиталовложений;

T_n – период окупаемости, для данного вида работ ($T = 10$ лет);

C – эксплуатационные расходы – это расходы в течение года на залужение, тыс. у.е./га;

K – сумма капиталовложений на проведение гидротехнических мероприятий, планировку участка и выполнение культуртехнических работ, тыс. у.е./га;

$K \times E_n$ – сумма капиталовложений, окупающихся в течение года, т.е. приводятся капвложения к годовой их величине.

2. Найти годовой объем затрат на рекультивацию всей площади участка:

$$З_{об} = З_{пр} \times S = 95 \times 30 = 2850 \text{ у.е.},$$

где S – площадь торфоплощадки, га.

3. Определить годовой чистый экономический эффект, полученный от проведения рекультивации:

$$R = P - З_{об} = 2640 - 2850 = -210 \text{ у.е.}$$

где P – величина годового дохода в результате использования торфоплощадки после рекультивации в качестве культурного сенокоса, у.е.

4. Рассчитать показатель экономической эффективности комплекса мероприятий по рекультивации торфоплощадки, который показывает, во сколько раз затраты себя окупают в течение года:

$$\Xi = P / З_{об} = 2640 / 2850 = 0,93$$

5. Рассчитаем фактический показатель окупаемости капиталовложений:

$$E_{\phi} = (P - C \times S) / K \times S = (2640 - 1800) / 10500 = 0,08$$

Если E_{ϕ} меньше либо равно 0, то это указывает на невозможность окупаемости капитальных вложений.

Если E_{ϕ} больше 0, но меньше E_n , то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более длительный период, чем планируется.

Если E_{ϕ} больше E_n , то это указывает на возможность окупаемости капитальных вложений, но в более короткий срок, чем планируется.

6. Рассчитать срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{\phi} = 1 / E_{\phi} = 1 / 0,08 = 12,5 \text{ года}$$

Вывод: Чистый экономический эффект от реализации природоохранных мероприятий составил (– 210 у.е./га); показатель экономической эффективности, равен 0,93, что говорит о неэффективности природоохранных затрат. Расчетный показатель окупаемости капиталовложений ниже нормативного значения, что указывает на окупаемость вложенных средств, но в более длительный период, чем планируется, т.е. через 12,5 года

2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Повышение эффективности ведения сельского хозяйства

Научными организациями страны разработаны многочисленные технологии эффективного использования сельскохозяйственных земель. Практически все они рассчитаны на отдаленную перспективу, учитывая низкую платежеспособность хозяйств. В сложившихся условиях одним из существенных факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства является совершенствование его отраслевой структуры.

Вариантов решения поставленной задачи по оптимальному соотношению отраслей растениеводства и животноводства в хозяйствах может быть множество, однако поиск оптимального решения традиционными методами крайне затруднителен. Поэтому данную задачу нужно решать с помощью экономико-математических методов и вычислительной техники. Возможность применения указанных средств заключается в том, что все факторы и условия, определяющие оптимальную структуру сельскохозяйственного производства, могут быть записаны в виде линейных уравнений и неравенств.

Для разработки такого оптимального решения возможно построение экономико-математической модели задачи. Основная цель решаемой задачи – определение рационального соотношения отраслей растениеводства и животноводства, исходя из имеющихся природно-климатических условий и ограниченности имеющихся ресурсов. Главным для исследуемых хозяйств является определение такого соотношения между отраслями сельскохозяйственного производства, при котором будет получена максимальная прибыль при ограниченных затратах труда.

Основной критерий – достижение максимальной прибыли при рациональном использовании ресурсов, в том числе природных. Для его выполнения поставлена следующая задача.

Требуется найти оптимальный план, для которого максимальная прибыль составит:

$$P = \sum_{j=1}^m c_j x_j \rightarrow \max, \quad (1.1)$$

где x_j – размер j -ой отрасли, га или гол.; c_j – прибыль с единицы j -ой отрасли, руб.; j – номер переменной, обозначающий отрасли сельскохозяйственного производства; m – количество отраслей сельскохозяйственного производства, включающих отрасли растениеводства и животноводства.

Можно принять следующие основные условия задачи:

1. Достижение полного использования сельскохозяйственных угодий:

$$\sum_{j=1}^n x_j = B_i, i = \overline{1, n}, \quad (1.2)$$

где B_i – площадь i -ых сельхозугодий, га; x_j – размер j -ой отрасли, га; i – индекс сельскохозяйственных угодий; n – количество отраслей растениеводства.

Данное условие сводится к тому, что сумма посевных площадей сельскохозяйственных культур равна площади соответствующих сельскохозяйственных угодий. Ограничения выражают полное использование земли по всем видам угодий.

2. Ограничения по структуре посевных площадей:

$$\prod_j^H \leq x_j \leq \prod_j^B, j = \overline{1, n}, \quad (1.3)$$

где \prod_j^H и \prod_j^B – нижняя и верхняя границы соответственного размера посевной площади сельскохозяйственных культур j -ой отрасли, га.

Этими ограничениями устанавливаются нижняя и верхняя границы посевных площадей сельскохозяйственных культур.

3. Ограничение по затратам труда:

$$\sum_{j=1}^m a_j x_j \leq A, \quad (1.4)$$

где a_j – показатель затрат труда в j -ой отрасли, чел.-час.; A – реальные затраты труда в сельскохозяйственном производстве в данном хозяйстве, чел.-час.

Этим ограничением устанавливается то, что сумма затрат труда в оптимальном варианте должна быть ниже, чем в действительности.

4. Ограничение по денежно-материальным затратам:

$$\sum_{j=1}^m b_j x_j \leq B, \quad (1.5)$$

где b_j – показатель денежно-материальных затрат в j -ой отрасли, руб.; B – реальные денежно-материальные затраты в растениеводстве и животноводстве в данном хозяйстве, руб.

Данным ограничением определяется то, что денежно-материальные затраты в растениеводстве и животноводстве должны быть ниже существующих в данном хозяйстве.

5. Ограничение по рационам:

$$\sum_{j=n+1}^m q_{ij} x_j - \sum_{j=1}^n v_{ij} x_j \leq 0, \quad (1.6)$$

где x_j – размер j -ой отрасли, га или гол.; q_{ij} – нормативы расхода i -х питательных веществ на одну единицу измерения j -ой отрасли животноводства, ц. к. ед./гол.; v_{ij} – выход питательных веществ i -го вида с 1 га j -ой отрасли растениеводства, ц. к. ед.; j – номер переменной, обозначающий отрасли сельскохозяйственного производства.

Данным ограничением определяется то, что при оптимизации структуры посевных площадей и численности поголовья должен сохраняться необходимый уровень обеспеченности собственными кормами при соблюдении полноценных рационов кормления.

6. Ограничение по поголовью животных:

$$P_j \leq x_j \leq P'_j, j = \overline{n+1, m}, \quad (1.7)$$

где x_j – поголовье животных j -ого вида, гол.; P_j – минимальное поголовье животных j -го вида, гол.; P'_j – максимальное поголовье животных j -го вида, гол.

Этими ограничениями устанавливаются нижняя и верхняя границы поголовья животных.

7. Ограничение по знаку переменных:

$$x_j \geq 0, j = \overline{1, m}, \quad (1.8)$$

Данным ограничением определяется то, что переменные не могут быть отрицательными.

В математическом виде могут быть записаны основные условия задачи по определению оптимальной структуры посевных площадей и отраслей животноводства для исследуемых хозяйств. Левая часть матрицы должна состоять из технико-экономических коэффициентов, которые обозначают выход продукции, затраты ресурсов (труда, материально-денежных средств, удобрений) на единицу измерений по каждой отрасли. В правой части записаны ограничения на производственные ресурсы, гарантирующие определенный объем производства продукции, размеры посевных площадей и т.д.

Обработку информации следует проводить на ПЭВМ с использованием программы Microsoft Excel (надстройка «Поиск решения»).

Пример. Для обоснования оптимальной отраслевой структуры сельскохозяйственного производства использованы данные по хозяйствам Пинского района Брестской области – СПК «Труд» и СПК «Молотковичи» (табл. 3).

В математическом виде были записаны основные условия задачи по определению оптимальной структуры сельскохозяйственного производства для СПК «Труд» размер матрицы задачи состоит из 71 ограничения и 22 неизвестных, а также 73 ограничений и 23 неизвестных для СПК «Молотковичи».

В результате обработки данных с помощью программы Microsoft Excel были получены оптимизированные варианты сочетания отраслей растениеводства и животноводства в СПК «Молотковичи» и СПК «Труд». В таблице 3 приведены результаты расчетов.

Таблица 3 – Значения фактических и проектируемых оптимальных параметров по СПК «Молотковичи» и СПК «Труд» Пинского района

Показатели	СПК «Молотковичи»		СПК «Труд»	
	Факт	План	Факт	План
Зерновые и зернобобовые, га	1360	1299	655	757
Кормовые корнеплоды, га	10	44	30	30
Картофель, га	80	58	80	160
Кукуруза на силос и зел. корм, га	629	380	550	550
Овощи, га	20	39	25	23
Сахарная свекла, га	110	0	50	100
Рапс, га	171	200	135	150
Лен, га	10	0	10	0
Однолетние травы, га	230	200	174	170
Многолетние травы, га	480	755	806	590
Сенокосы, га	920	1182	292	387
Пастбища, га	938	800	290	180
Коровы (осн. стадо), гол.	971	1000	735	600
КРС (откорм), гол.	2220	1750	1431	1050
Молодняк лошадей, гол.	4	4	13	10
Свиньи, гол.	–	–	25	25
Затраты труда, чел.-час.	655526	584777	376226	358156
Денежно-мат. затраты, тыс. руб.	6973672	6208759	6143220	5719505
Минеральные удобрения, кг	600417	561816	607221	645971
Органические удобрения, т	15103	9257	18913	28998
Целевая функция – прибыль, тыс. руб.	–16637	96098	28893	88407

Как видно из таблицы 3, применение оптимизированного варианта сочетания отраслей растениеводства и животноводства существенно влияет на результаты деятельности и приводит к безубыточному производству в СПК «Молотковичи». Так убыток хозяйства, составляющий 16637 тыс. руб., сменяется прибылью в размере 96098 тыс. руб. В СПК «Труд» увеличение выхода прибыли менее значительно – с 28893 тыс. руб. до 88407 тыс. руб.

Практическая работа № 3

Задача 3.1.

Рассчитать оптимальный суточный рацион кормления коров при минимальной стоимости кормов, ориентируясь на удой 15 кг молока в сутки. Исходные данные представлены в таблицах 4–5.

Таблица 4 – Нормы суточной потребности коров
в питательных веществах для обеспечения уровня удоев

Показатели	Суточный удой молока на одну корову, кг									
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Кормовые единицы, кг	11,4	13,3	16,0	18,0	21	23,1	25,2	28,6	30,8	34,5
Переваримый протеин, г	114	133	168	189	231	254	277	291	354	396
Концентраты min, кг	3,5	3,7	4,0	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6
Концентраты max, кг	4,0	4,2	4,9	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Сено min, кг	1,8	1,8	1,8	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Сено max, кг	3,6	3,6	3,6	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
Солома min, кг	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Солома max, кг	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Сенаж min, кг	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Сенаж max, кг	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Силос min, кг	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Силос max, кг	12,0	12,0	12,0	14,0	14,0	14,0	16,0	16,0	16,0	16,0
З/корм min, кг	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
З/корм max, кг	25,0	25,0	26,0	26,0	26,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Корнеплоды min, кг	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Корнеплоды max, кг	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Таблица 5 – Показатели компонентов корма, на 1 кг

Показатели	Концентраты	Сено	Солома	Сенаж	Силос	З/корм	Корнеплоды
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
Кормовые единицы, кг	1,3	0,48	0,22	0,35	0,17	0,2	0,09
Переваримый протеин, г	10,5	5,3	1,1	3,5	1,4	2,1	1,0
Стоимость, у.е./кг	0,25	0,1	0,06	0,081	0,087	0,03	0,075

Решение:

1. Основные переменные соответствуют компонентам корма:
 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$.

2. Основные ограничения отражают условия задачи (по кормам) и накладываются на большинство переменных и обычно имеют заранее установленный объем.

– по использованию кормов (кормовых единиц):

$$1,3x_1 + 0,48x_2 + 0,22x_3 + 0,35x_4 + 0,17x_5 + 0,2x_6 + 0,09x_7 \geq 15,86$$

– аналогично делается запись по использованию перевариваемого протеина:

$$10,5x_1 + 5,3x_2 + 1,1x_3 + 3,3x_4 + 1,4x_5 + 2,1x_6 + x_7 \geq 15,86$$

– по использованию отдельных видов кормов:

например, использование концентратов min: $x_1 \geq 4$;

использование концентратов max: $x_1 \leq 4,9$;

использование сена min.: $x_2 \geq 1,8$;

использование сена max.: $x_2 \leq 3,6$

– аналогично делается запись по использованию других видов кормов.

3. Целевая функция при решении задачи на минимум стоимости рациона записывается:

$$F(x) = 0,25x_1 + 0,1x_2 + 0,06x_3 + 0,081x_4 + 0,087x_5 + 0,03x_6 + 0,075x_7 \rightarrow \min$$

Компоненты рациона	концен- траты	сено	солома	сенаж	силос	зел. корм	корне- плоды			ограни- чения
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7			
	4,9	3,6	2	7	8	26	3			
кормовые единицы, кг	1,3	0,48	0,22	0,35	0,17	0,2	0,09	17,8	≥	15,86
переваримый протеин, г	10,5	5,3	1,1	3,3	1,4	2,1	1	165	≥	165
концентраты min, кг	1							4,9	≥	4
концентраты max, кг	1							4,9	≤	4,9
сено min, кг		1						3,6	≥	1,8
сено max, кг		1						3,6	≤	3,6
солома min, кг			1					2	≥	2
солома max, кг			1					2	≤	5
сенаж min,кг				1				6,9	≥	4
сенаж max,кг				1				6,9	≤	8
силос min,кг					1			8	≥	8
силос max,кг					1			8	≤	12
зеленый корм min, кг						1		26	≥	15
зеленый корм max, кг						1		26	≤	26
корнеплоды min, кг							1	3	≥	3
корнеплоды max, кг							1	3	≤	4
стоимость, у.е.	0,25	0,1	0,06	0,081	0,087	0,03	0,075	3,98		

Вывод: В результате решения задачи найдено оптимальное решение, при котором суточная потребность в кормовых единицах на корову с удоем 15 кг в сутки составляет 17,8 кг, что обеспечивает 165 г перевариваемого протеина. Рацион кормления состоит из 4,9 кг концентратов, 3,6 кг сена, 2 кг соломы, 7 кг сенажа, 8 кг силоса, 26 кг зеленой массы и 3 кг корнеплодов. Стоимость рациона составляет 3,98 условных единиц.

По заданию преподавателя по вариантам данных таблицы 4 рационы и их стоимость рассчитываются студентами в аудитории самостоятельно.

2.2. Эколого-экономическая оценка деградированных земель

Существенное увеличение количества эродированных и загрязненных земель обусловили возникновение новых подходов к землепользованию. Требуется увеличение затрат на восстановление естественного плодородия земель, а также на обеспечение желательного уровня искусственного плодородия. В связи с внедрением рыночных рычагов управления экономикой Республики Беларусь необходимо совершенствование критериев эколого-экономической оценки земель. Стремление к экономии затрат на охрану окружающей среды и повышение эффективности производства в каждом отдельном хозяйстве оказывает нередко отрицательное воздействие на природную среду региона, на плодородие почвы. Следовательно, реальное представление о значимости земель сельскохозяйственного назначения может быть учтено с введением механизма оценки почв посредством соответствующих показателей. Количественные изменения показателей состояния почв находят отражение в объеме и качестве собранного урожая.

Исследование плодородия земли как многофакторного явления, сочетающего в себе организационные, агротехнические и агрохимические аспекты в едином целом, позволяет сделать шаг в сторону получения максимально возможного урожая. Эффективность сельскохозяйственного производства зависит напрямую от состояния окружающей среды. Обеспечение получения стабильно высоких урожаев при любых погодных условиях является следствием четкой и грамотной работы всех хозяйственных служб. Учет текущей информации о ситуации на сельскохозяйственных угодьях требует полного владения комплексом технологических операций по агротехническим и агрохимическим направлениям работ. Проведение отдельных технологических операций должно соответствовать передовым технологиям, но нельзя отказываться от лучших разработок прошлых лет. Главным критерием целесообразности, в котором заложен также экономический эффект, будет удовлетворение потребностей человека, обеспечение благоприятных условий его существования и развития, в настоящем и будущем.

Для проведения эколого-экономической оценки использования земель сельскохозяйственного назначения рассматривается два типа

взаимосвязанных показателей: экологические (не стоимостные) и экономические (стоимостные, имеющие денежное выражение). Определяются следующие виды экологических показателей: простые, агрегированные и индексы.

Простые показатели в условиях сельскохозяйственного использования земель – это кислотность почвы, содержание в ней гумуса, обеспеченность фосфором и калием, степень загрязнения и распределение тяжелых металлов и радионуклидов по отдельным территориям. Величины этих показателей содержатся в материалах агрохимических туров обследований сельскохозяйственных земель.

Агрегированные показатели обобщают два или более простых показателя в одной формуле. Данные показатели характеризуют качество сельскохозяйственных угодий и содержатся в кадастровой оценке земель. В структуру агрегированных показателей могут включаться стоимостные выражения, которые дают обобщающую денежную оценку различных характеристик исследуемого явления.

Индексы являются соотношением соответствующих простых или агрегированных показателей. Индексы могут рассчитываться по натуральным и по стоимостным показателям для сравнения различных объектов, оценки и описания процесса во времени.

Стоимостные показатели включают эколого-экономический ущерб от неблагоприятного воздействия факторов, затраты на производство продукции и восстановление соответствующего плодородия сельскохозяйственных земель и экономический эффект в результате воздействия позитивных факторов.

Практическая работа № 4

Задача 4.1.

Рассчитать индекс окультуренности земельных угодий по административным областям республики. Данные по последнему туру агрохимических исследований и бонитировке земель представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Агрохимические показатели пахотного слоя почв
Республики Беларусь

Область	Балл пашни	Показатели							
		Гумус, %		Р ₂ O ₅ , мг/кг почвы		K ₂ O, мг/кг почвы		рН	
		2009 г	±,к пред. туру	2009 г	±,к пред. туру	2009 г	±,к пред. туру	2009 г	±,к пред. туру
Брестская	31,9	2,45	+ 0,05	156	+ 9	180	+ 1	5,79	– 0,02
Витебская	26,6	2,47	+ 0,05	171	– 4	170	– 10	6,11	– 0,05
Гомельская	30,1	2,26	– 0,04	226	+ 14	206	+ 11	5,87	– 0,05
Гродненская	34,4	1,97	+ 0,01	165	– 16	175	+ 1	5,86	– 0,10
Минская	32,8	2,35	– 0,05	175	+ 4	217	+ 7	5,81	– 0,17
Могилевская	32,3	1,93	– 0,10	191	+ 2	199	+ 5	6,02	– 0,07
Республика Беларусь	31,2	2,24	– 0,04	179	+ 1	193	+ 3	5,90	– 0,09

Решение:

Индекс окультуренности земельных угодий рассчитывается как многофакторное явление, основанное на вычислении отдельных индексов.

1. Рассчитаем для Брестской области I_{pH} – индекс изменения рН почвы:

$$I_{pH} = (x_{факт} - x_{мин}) / (x_{опт} - x_{мин}) = (5,79 - 3,50) / (6,50 - 3,50) = 0,76$$

где $x_{опт}$ – оптимальная реакция почвы, 6,50; $x_{мин}$ – реакция почвы соответствует 3,50 по кадастровой оценке; $x_{факт}$ – фактическая реакция среды.

2. Рассчитаем для Брестской области $I_{гум}$ – индекс содержания гумуса в почве:

$$I_{гум} = (x_{факт} - x_{мин}) / (x_{опт} - x_{мин}) = (2,45 - 0,50) / (3,50 - 0,50) = 0,65$$

где $x_{онт}$ – соответствует 3,5 % гумуса; $x_{мин}$ – соответствует 0,5 % гумуса по кадастровой оценке.

3. Рассчитаем для Брестской области $I_{фос}$ – индекс содержания фосфорных удобрений в почве:

$$I_{фос} = (x_{факт} - x_{мин}) / (x_{онт} - x_{мин}) = (156 - 20) / (250 - 20) = 0,59$$

где $x_{онт}$ – соответствует 250 мг P_2O_5 на кг почвы; $x_{мин}$ – соответствует 20 мг P_2O_5 на кг почвы по кадастровой оценке.

4. Рассчитаем для Брестской области $I_{кал}$ – индекс содержания калийных удобрений в почве:

$$I_{кал} = (x_{факт} - x_{мин}) / (x_{онт} - x_{мин}) = (180 - 100) / (250 - 100) = 0,53$$

где $x_{онт}$ – соответствует 250 мг K_2O на кг почвы; $x_{мин}$ – соответствует 100 мг K_2O на кг почвы по кадастровой оценке.

5. Рассчитаем для Брестской области индекс окультуренности земельных угодий по данным вычислений отдельных индексов:

$$\begin{aligned} I_{ок} &= (I_{рН} + I_{гум} + I_{фос} + I_{кал}) / 4 = \\ &= (0,76 + 0,65 + 0,59 + 0,53) / 4 = 0,63 \end{aligned}$$

Вывод: Индекс окультуренности земель Брестской области равен 0,63.

По заданию преподавателя остальные индексы по другим административным областям рассчитываются студентами в аудитории самостоятельно.

Практическая работа № 5

Задача 5.1.

Рассчитать затраты на восстановление плодородия на 1 га сельскохозяйственных земель Брестской области. Определить размеры внесения действующего вещества удобрений для восстановления плодородия на 1 га сельскохозяйственных земель, по данным таблиц 8–10.

Таблица 8 – Данные применения минеральных удобрений

Область	Показатели							
	Аммиачная селитра		Двойной суперфосфат		Калийная соль		Доломитовая мука	
	Количество, кг/га	Сод. дейст. в-ва, %	Количество, кг/га	Сод. дейст. в-ва, %	Количество, кг/га	Сод. дейст. в-ва, %	Количество, кг/га	Сод. дейст. в-ва, %
Брестская	250	35	160	49	180	40	400	30Ca+20Mg
Витебская	270	35	170	49	170	40	390	30Ca+20Mg
Гомельская	280	35	165	49	220	40	487	30Ca+20Mg
Гродненская	290	35	195	49	175	40	386	30Ca+20Mg
Минская	230	35	175	49	210	40	280	30Ca+20Mg
Могилевская	260	35	190	49	239	40	392	30Ca+20Mg
Республика Беларусь	270	35	175	49	210	40	250	30Ca+20Mg

Таблица 9 – Стоимостные показатели применения минеральных удобрений в условиях Республики Беларусь

Область	Показатели							
	Аммиачная селитра		Двойной суперфосфат		Калийная соль		Доломитовая мука	
	Цена, у.е./т	Расходы на внес-е удобр, у.е./т	Цена, у.е./т	Расходы на внес-е удобр, у.е./т	Цена, у.е./т	Расходы на внес-е удобр, у.е./т	Цена, у.е./т	Расходы на внес-е удобр, у.е./т
Брестская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Витебская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Гомельская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Гродненская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Минская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Могилевская	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3
Республика Беларусь	180	24,3	386	24,3	50	24,3	70	24,3

Таблица 10 – Показатели применения органических удобрений

Область	Показатели				
	Норма внесения, т/га	Сод. гуму-сообр. в-ва, %	Цена, у.е./т	Расходы на внес-е удобр, у.е./т	Площадь земель с пониженным плодородием, тыс. га
Брестская	50	3	2,0	2,53	25
Витебская	40	3	2,0	2,53	15
Гомельская	60	3	2,0	2,53	37
Гродненская	50	3	2,0	2,53	30
Минская	35	3	2,0	2,53	45
Могилевская	45	3	2,0	2,53	54
Республика Беларусь	46	3	2,0	2,53	206

Решение:

1. Используя данные таблиц 8–10 рассчитаем стоимость внесения кальцийсодержащих удобрений и других препаратов, снижающих кислотность почв, $у.е. / га$:

$$Ч_{pH} = Ц_{Ca} \times O_{Ca} + O_{Ca} \times TB_{Ca} =$$

$$= 70 у.е. / т \times 0,4 т / га + 0,4 т / га \times 24,3 у.е. / т = 37,72 у.е. / га$$

А также количество вносимого действующего вещества, $кг / га$:

$$K_{pH} = H_{Ca} \times O_{Ca} = 0,3 \times 400 кг / га ,$$

где, $Ц_{Ca}$ – цена кальцийсодержащих удобрений и препаратов, снижающих кислотность почв, $у.е. / т$;

H_{Ca} – содержание действующего вещества (%) или нормированный коэффициент;

O_{Ca} – объем внесения соответствующего удобрения, $т / га$;

TB_{Ca} – расходы на внесение и транспорт, $у.е. / т$

2. Используя данные таблиц 8–10, рассчитаем стоимость внесения гуммусообразующих органических удобрений, $у.е. / га$:

$$Ч_{гум1} = Ц_{гум} \times O_{гум} + O_{гум} \times TB_{гум} =$$

$$= 2,0 у.е. / т \times 50 т / га + 50 т / га \times 2,53 у.е. / т = 226,5 у.е. / га$$

А также количество вносимого гуммусообразующего вещества, $кг / га$:

$$K_{гум1} = H_{гум} \times O_{гум} = 0,03 \times 50000 \text{ кг} / \text{га} = 1500 \text{ кг} / \text{га}$$

где $C_{гум}$ – цена гумусообразующих органических и азотных удобрений, $\text{у.е.} / \text{т}$;

$H_{гум}$ – содержание действующего вещества (%) или нормированный коэффициент;

$O_{гум}$ – объем внесения удобрения, $\text{т} / \text{га}$;

$TB_{гум}$ – расходы на транспорт и внесение, $\text{у.е.} / \text{т}$

3. Используя данные таблиц 8–10, рассчитаем стоимость внесения гуммусообразующих азотных минеральных удобрений, $\text{у.е.} / \text{га}$:

$$C_{гум2} = C_{гум} \times O_{гум} + O_{гум} \times TB_{гум} =$$

$$= 180 \text{ у.е.} / \text{т} \times 0,25 \text{ т} / \text{га} + 0,25 \text{ т} / \text{га} \times 24,3 \text{ у.е.} / \text{т} = 51,08 \text{ у.е.} / \text{га}$$

А также количество действующего вещества вносимого, $\text{кг} / \text{га}$:

$$K_{гум2} = H_{гум} \times O_{гум} = 0,35 \times 250 \text{ кг} / \text{га} = 87,5 \text{ кг} / \text{га}$$

4. Используя данные таблиц 8–10, рассчитаем стоимость внесения фосфоросодержащих удобрений, $\text{у.е.} / \text{га}$:

$$C_{фос} = C_{фос} \times O_{фос} + O_{фос} \times TB_{фос} =$$

$$= 386 \text{ у.е.} / \text{т} \times 0,16 \text{ т} / \text{га} + 0,16 \text{ т} / \text{га} \times 24,3 \text{ у.е.} / \text{т} = 65,65 \text{ у.е.} / \text{га}$$

А также количество действующего вносимого вещества, $\text{кг} / \text{га}$:

$$K_{фос} = H_{фос} \times O_{фос} = 0,49 \times 160 \text{ кг} / \text{га} = 78,4 \text{ кг} / \text{га},$$

где $C_{фос}$ – цена фосфоросодержащих удобрений, $\text{у.е.} / \text{т}$;

$H_{фос}$ – содержание действующего вещества (%) или нормированный коэффициент;

$O_{фос}$ – объем внесения удобрения, $\text{т} / \text{га}$;

$TB_{фос}$ – расходы на транспорт и внесение, $\text{у.е.} / \text{т}$

5. Используя данные таблиц 8–10, рассчитаем стоимость внесения калийсодержащих удобрений, $\text{у.е.} / \text{га}$:

$$C_{кал} = C_{кал} \times O_{кал} + O_{кал} \times TB_{кал} =$$

$$= 50 \text{ у.е.} / \text{т} \times 0,18 \text{ т} / \text{га} + 0,18 \text{ т} / \text{га} \times 24,3 \text{ у.е.} / \text{т} = 13,37 \text{ у.е.} / \text{га}$$

А также количество вносимого действующего вещества, $кг / га$:

$$K_{кал} = H_{кал} \times O_{кал} = 0,4 \times 180 кг / га = 72,0 кг / га ,$$

где $C_{кал}$ – цена калийсодержащих удобрений, $у.е. / т$;

$H_{кал}$ – содержание действующего вещества (%) или нормированный коэффициент;

$O_{кал}$ – объем внесения удобрений, $т / га$;

$ТВ_{кал}$ – расходы на внесение и транспорт, $у.е. / т$

6. Используя данные расчетов внесения удобрений, определим затраты на восстановление плодородия на 1 га сельхозугодий, $у.е. / га$:

$$З = Ч_{рН} + Ч_{гум1} + Ч_{гум2} + Ч_{фос} + Ч_{кал} = 37,72 у.е. / га + 226,5 у.е. / га +$$

$$+ 51,08 у.е. / га + 65,65 у.е. / га + 13,37 у.е. / га = 394,32 у.е. / га ,$$

где $Ч_{рН}$ – стоимость внесения кальцийсодержащих удобрений и других препаратов, снижающих кислотность почв, $у.е. / т$;

$Ч_{гум}$ – стоимость внесения гумусообразующих, органических и азотных удобрений, $у.е. / т$;

$Ч_{фос}$ – стоимость внесения фосфоросодержащих удобрений, $у.е. / т$;

$Ч_{кал}$ – стоимость внесения калийсодержащих удобрений, $у.е. / т$.

7. Используя данные расчетов внесения минеральных удобрений, определим общее количество действующего вещества, израсходованного на восстановление плодородия на 1 га сельхозземель, $кг / га$:

$$K_{ов} = K_{рН} + K_{гум2} + K_{фос} + K_{кал} =$$

$$= 120,0 кг / га + 87,5 кг / га + 78,4 кг / га + 72 кг / га =$$

$$= 357,9 кг / га$$

$$K_{гум1} = 1500 кг / га ,$$

где $K_{ов}$ – общее содержание действующего вещества, $кг / га$;

$K_{рН}$ – содержание действующего вещества кальция, $кг / га$;

$K_{гум}$ – содержание действующего вещества, $кг / га$;

$K_{фос}$ – содержание действующего вещества, кг / га ;

$K_{кал}$ – содержание действующего вещества, кг / га .

Вывод: Затраты на восстановление плодородия на 1 га сельхозугодий Брестской области составляют 394,32 у.е./га. Общее количество действующего вещества минеральных удобрений, израсходованного на восстановление плодородия на 1 га сельхозземель, 357,9 кг/га. Количество вносимого гумусообразующего вещества органических удобрений, 1500 кг/га.

По заданию преподавателя расчеты по другим областям республики проводятся студентами в аудитории самостоятельно.

Практическая работа №6

Задача 6.1.

Рассчитать ущерб от недобора урожая на всей площади сельскохозяйственных земель Брестской области с пониженным плодородием по данным таблицы 11.

Таблица 11 – Стоимостные показатели потерь зерна
в условиях Республики Беларусь

Область	Показатели				
	Средняя урожайность, ц/га	Урожайность в исследуемом году, ц/га	Цена, у.е./т	Затраты на восст. плодородия на 1 га, у.е./га	Площадь земель с пониженным плодородием, тыс. га
Брестская	40	34	90	394,32	25
Витебская	36	31	90		15
Гомельская	38	35	90		37
Гродненская	44	39	90		30
Минская	42	37	90		45
Могилевская	40	33	90		54
Республика Беларусь	40	36	90		206

Решение:

1. Рассчитаем ожидаемую величину урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет естественного плодородия:

$$OU = (B \times Цб) / 100 = (31,9б \times 60кг / б) / 100 = 19,14ц / га ,$$

где B – нормативный балл естественного плодородия по Брестской области равен 31,9 (таблица 7);

$Цб$ – цена балла естественного плодородия, для зерновых принята 60 кг/б.

2. Рассчитаем величину прибавки урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет применения органических удобрений.

$$OU_o = (D_{oy} \times O_{сум}) / 100 = (20кг / т \times 50т / га) = 1000кг / га$$

$$= (1000кг / га) / 100 = 10ц / га$$

где D_{oy} – нормативная прибавка урожая 20 кг зерна на 1 т органических удобрений;

$O_{гум}$ – объем внесения органического удобрения, $t / га$.

3. Определяем нормативную прибавку урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области, за счет применения минеральных удобрений с учетом балла естественного плодородия, $кг / кг$ д. в.:

$$ONpk = 1,12 + 0,179 \times B = 1,12 + 0,179 \times 31,9 = 6,83 кг / кг \text{ д. в.},$$

где B – нормативный балл естественного плодородия по Брестской области равен 31,9.

4. Рассчитаем величину прибавки урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет применения минеральных удобрений.

$$OU_m = (D_{my} \times K_{дв}) / 100 = (6,83 кг / кг \text{ д.в.} \times 357,9 кг \text{ д.в.} / га) / 100 = \\ = (2444,46 кг / га) / 100 = 24,44 ц / га,$$

где D_{my} – нормативная прибавка урожая 6,83 кг зерна на 1 кг д. в. минеральных удобрений;

$K_{дв}$ – объем внесения минеральных удобрений, $кг \text{ д. в.} / га$ (задача 4.1)

5. Рассчитаем максимальный общий ожидаемый урожай зерновых культур на 1 га по Брестской области:

$$OOY = OY + OY_o + OY_m = 19,14 ц / га + 10 ц / га + 24,44 ц / га = \\ = 53,58 ц / га$$

6. Рассчитаем величину потерь урожая зерновых культур на 1 га земель с пониженным плодородием по Брестской области, по отношению к среднему значению урожайности:

$$Y = (CY - Yu) / 10 = (40,0 ц / га - 34,0 ц / га) / 10 = \\ = (6,0 ц / га) / 10 = 0,6 т / га$$

где CY – средний урожай данной культуры, $ц / га$;

Yu – урожай данной культуры на землях с пониженным плодородием в исследуемом году, $ц / га$

7. Рассчитаем стоимость недополученной продукции в урожае на 1 га по Брестской области:

$$П_y = Y \times Ц = 0,6 \text{ т} / \text{га} \times 90 \text{ у.е.} / \text{т} = 54 \text{ у.е.} / \text{га},$$

где, $Ц$ – средняя цена реализации данного вида продукции, $\text{у.е.} / \text{т}$;

8. Рассчитаем стоимость недополученной продукции в урожае на сельскохозяйственных землях с пониженным плодородием в Брестской области:

$$П = П_y \times S_{II} = 54,0 \text{ у.е.} / \text{га} \times 25000 \text{ га} = 1350000 \text{ у.е.}$$

S_{II} - Площадь земель с пониженным плодородием;

9. Рассчитаем потери урожая зерновых культур на сельскохозяйственных землях с пониженным плодородием в Брестской области:

$$П = Y \times S_{II} = 0,6 \text{ т} / \text{га} \times 25000 \text{ га} = 15000 \text{ т}$$

Вывод: Недобор урожая зерновых культур составляет 15 000 т на всей площади сельскохозяйственных земель с пониженным плодородием по Брестской области, в стоимостном выражении ущерб достигает 1 350 000 у.е.

По заданию преподавателя остальные расчеты по другим административным областям проводятся студентами в аудитории самостоятельно.

Практическая работа № 7

Задача 7.1.

Рассчитать эколого-экономическую эффективность использования удобрений и чистый эффект получения урожая на 1 га и на всей площади сельскохозяйственных земель Брестской области с пониженным плодородием, по данным таблицы 11.

Решение:

1. Определим теоретическую прибавку урожая, полученного за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель с пониженным плодородием Брестской области:

Таблица 11 – Стоимостные показатели потерь зерна в условиях Республики Беларусь

Область	Показатели				
	Средняя урожайность, ц/га	Урожайность в исследуемом году, ц/га	Цена, у.е./т	Затраты на восстановление плодородия на 1 га, у.е./га	Площадь земель с пониженным плодородием, тыс. га
Брестская	40	34	90	394,32	25
Витебская	36	31	90		15
Гомельская	38	35	90		37
Гродненская	44	39	90		30
Минская	42	37	90		45
Могилевская	40	33	90		54
Республика Беларусь	40	36	90		206

$$ТОУ = ОУ_o + ОУ_m = 10ц / га + 26,08ц / га = 36,08ц / га,$$

где $ОУ_o$ – величина прибавки урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет применения органических удобрений (задача 6.1), $ц / га$;

$ОУ_m$ – величина прибавки урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет применения минеральных удобрений (задача 6.1), $ц / га$.

2. Определим реальную прибавку урожая, полученного за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель с пониженным плодородием Брестской области:

$$POY = Y_{II} - OY = 34 \text{ ц} / \text{га} - 19,14 \text{ ц} / \text{га} = 14,86 \text{ ц} / \text{га},$$

где Y_{II} – урожай данной культуры в исследуемом году, $\text{ц} / \text{га}$;

OY – ожидаемая величина урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области за счет естественного плодородия $19,14 \text{ ц} / \text{га}$.
(задача 6.1)

3. Рассчитаем величину потерь урожая зерновых культур на 1 га по Брестской области:

$$Y = (TOY - POY) / 10 = (36,08 \text{ ц} / \text{га} - 14,86 \text{ ц} / \text{га}) / 10 = 2,122 \text{ т} / \text{га}$$

4. Определим годовой экономический результат, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель с пониженным плодородием:

$$P = POY \times Ц = 2,122 \text{ т} / \text{га} \times 90 \text{ у.е.} / \text{т} = 190,98 \text{ у.е.} / \text{га}$$

5. Рассчитать экономическую

$$\mathcal{E} = P / \mathcal{Z} = (190,98 \text{ у.е.} / \text{га}) / (394,32 \text{ у.е.} / \text{га}) = 0,48,$$

где \mathcal{Z} – затраты на восстановление плодородия на 1 га сельхозземель по Брестской области равны $394,32 \text{ у.е.} / \text{га}$.

6. Определим чистый годовой экономический эффект применения удобрений для восстановления плодородия: эффект, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель с пониженным плодородием по Брестской области:

$$R = P - \mathcal{Z} = 190,98 \text{ у.е.} / \text{га} - 394,32 \text{ у.е.} / \text{га} = -203,34 \text{ у.е.} / \text{га}$$

7. Определим чистый годовой экономический эффект, полученный за счет восстановления плодородия на всей площади сельхозземель с пониженным плодородием по Брестской области:

$$R_o = (P - \mathcal{Z}) \times S_{II} = (-203,34 \text{ у.е.} / \text{га}) \times 25000 \text{ га} = -5083500 \text{ у.е.}$$

Вывод: Чистый годовой экономический эффект, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель с понижен-

ным плодородием по Брестской области отрицательный, т.е. убыток равен 203,34 у.е./га, по всей площади убыток равен 5 083 500 у.е.

По заданию преподавателя остальные расчеты по административным областям проводятся студентами в аудитории самостоятельно.

Практическая работа № 8

Задача 8.1.

Рассчитать эколого-экономическую эффективность и чистый экономический эффект получения урожая на 1 га сельскохозяйственных земель Брестской области, имеющих максимальную урожайность. Определить реальную прибавку урожая, полученного за счет восстановления плодородия на 1 га по данным таблицы 12.

Таблица 12 – Стоимостные показатели потерь зерна
в условиях Республики Беларусь

Область	Показатели				
	Максимальная урожайность, ц/га	Урожайность в исследуемом году, ц/га	Цена, у.е./т	Затраты на восстановление плодородия, у.е./га	Площадь земель с пониженным плодородием, тыс. га
Брестская	50	34	90	394,32	25
Витебская	46	31	90		15
Гомельская	48	35	90		37
Гродненская	54	39	90		30
Минская	52	37	90		45
Могилевская	47	33	90		54
Республика Беларусь	49,5	36	90		206

Решение:

1. Определим теоретическую прибавку урожая, полученного за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель, имеющих максимальную урожайность по Брестской области:

$$TOU = OU_o + OU_m = 10ц / га + 24,44ц / га = 34,44ц / га$$

2. Определим реальную прибавку урожая, полученного за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель, имеющих максимальную урожайность по Брестской области в тоннах:

$$POU = (U_m - OU) / 10 = (50ц / га - 19,14ц / га) / 10 = 3,086т / га$$

3. Определим годовой экономический результат, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель, имеющих максимальную урожайность:

$$P = POY \times Ц = 3,086 \text{ т} / \text{га} \times 90 \text{ у.е.} / \text{т} = 277,74 \text{ у.е.} / \text{га}$$

4. Рассчитать экономическую эффективность применения удобрений для восстановления плодородия:

$$\mathcal{E} = P / Z = (277,74 \text{ у.е.} / \text{га}) / (394,32 \text{ у.е.} / \text{га}) = 0,7,$$

где Z – затраты на восстановление плодородия на 1 га сельхозземель по Брестской области равны $394,32 \text{ у.е.} / \text{га}$;

5. Определим чистый годовой экономический эффект, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель, имеющих максимальную урожайность:

$$R = P - Z = 277,74 \text{ у.е.} / \text{га} - 394,32 \text{ у.е.} / \text{га} = -116,58 \text{ у.е.} / \text{га}$$

Вывод: Чистый годовой экономический эффект, полученный за счет восстановления плодородия на 1 га сельхозземель, имеющих максимальную урожайность по Брестской области, отрицательный, т.е. убыток равен $116,58 \text{ у.е.} / \text{га}$. Экономическая эффективность применения удобрений для восстановления плодородия равна 0,7. Таким образом, затраты на удобрения себя не окупают.

По заданию преподавателя остальные расчеты по другим административным областям проводятся студентами в аудитории самостоятельно.

2.3. Оценка экономического ущерба от техногенного загрязнения земель сельскохозяйственного назначения

Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, следует понимать величину выраженного в стоимостной форме возможного или фактического убытка и объем дополнительных затрат на его компенсацию. При этом различают затраты на предотвращение загрязнения природных ресурсов и на ликвидацию последствий загрязнения. В отношении земельных ресурсов эти две формы издержек выражаются либо в потере части сельскохозяйственной продукции либо в виде дополнительных затрат на предотвращение или возмещение этих потерь.

Порядок установления размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами распространяется на любые земли независимо от их местоположения и форм собственности. Основными причинами загрязнения территории являются нарушение технологии и регламентов применения пестицидов, несоблюдение требований их хранения, транспортировки и проведения погрузочно-разгрузочных работ, промышленные выбросы и сбросы загрязняющих веществ на прилежащие территории; захламление земель не-санкционированными свалками отходов.

Величина ущерба зависит от степени загрязнения земель и видов загрязняющих веществ, экологической и природоохранной значимости территории, нормативной стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Размер компенсации ущерба рассчитывается по следующей формуле:

$$U = \sum_{i=1}^n (H_c \times P_i \times K_g \times Ka_i \times K_s \times K_{nz} \times K_r), \quad (2.1)$$

где U – величина компенсации ущерба от загрязнения земель одним или несколькими химическими веществами, у.е.;

P_i – площадь земель, загрязненных химическим веществом i -ого вида, га;

H_c – затраты на восстановление земель до исходного состояния (по кадастровой оценке), у.е./га;

K_g – коэффициент пересчета в зависимости от продолжительности периода времени на восстановление загрязненных земель;

Ka_i – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом;

K_9 – коэффициент экологической значимости территории, равный 1,3;

K_{nz} – коэффициент, учитывающий природоохранную значимость территории;

K_r – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения верхнего слоя почвы.

При захлавлении земель несанкционированными свалками отходов размер ущерба от загрязнения территории зависит от массы отходов и степени их опасности. Величина ущерба от загрязнения земель определяется в данном случае следующим образом:

$$Y = \sum_{i=1}^n (H_{\Pi i} \times M_i \times K_9 \times 25 \times K_r), \quad (2.2)$$

где Y – величина компенсации ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов;

$H_{\Pi i}$ – норматив компенсации за захлавление земель, у.е./т или у.е./м³;

M_i – масса или объем отходов i -ого вида, т или м³;

K_r – коэффициент пересчета в зависимости от продолжительности периода времени на восстановление загрязненных земель;

25 – повышающий коэффициент загрязнения земель несанкционированных свалок.

Практическая работа № 9

Задача 9.1.

Определить величину ущерба от загрязнения нефтепродуктами земельного участка, прилегающего к нефтепроводу, в результате возникшей аварийной ситуации. Участок используется в качестве лесозащитной зоны. Исходные данные для расчетов по вариантам представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные для определения размера ущерба при загрязнении земель нефтепродуктами

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Площадь загрязненного участка ($П_i$), га	5	7	10	12	15
Затраты на восстановление земель до исходного состояния (по кадастровой оценке), (H_c), у.е./га	220	270	150	210	250
Коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения, (Ka_i)	1,6	1,8	1,3	1,5	1,6
Коэффициент, учитывающий природоохранную значимость территории ($K_{нз}$);	2,6	2,9	3,2	3,6	2,8
Коэффициент пересчета в зависимости от продолжительности периода времени на восстановление загрязненных земель ($K_в$)	3,8	2,2	1,7	1,1	2,5
Коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения верхнего слоя почвы ($K_г$)	1,2	1,8	1,5	1,1	1,3

Решение:

Величина ущерба рассчитывается по формуле 2.1.

Вывод: Размер компенсации ущерба может быть обоснован как обеспечение затрат на восстановление плодородия и экологического состояния земель, так и на возмещение собственнику упущенной выгоды.

Задача 9.2

Найти величину ущерба от загрязнения сельскохозяйственных земель несанкционированной свалкой мусора. Данные для расчетов по вариантам приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Исходные данные для определения размера ущерба от загрязнения сельскохозяйственных земель отходами несанкционированной свалки бытового мусора

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Масса отходов или объем, (M_i):					
а) бытовые, м ³	6	–	10	–	12
б) токсические (2-й класс), т	–	0,5	–	1,6	–
Норматив штрафных санкций за несанкционированное размещение, ($H_{\Pi i}$):					
а) бытовых отходов, у.е./м ³	40	–	40	–	40
б) токсических отходов, у.е./т	–	3800	–	3800	–
Коэффициент пересчета в зависимости от периода времени на восстановление загрязненных земель (K_{ϵ})	1,9	2,5	0,9	3,2	1,5

Решение:

Величина ущерба рассчитывается по формуле 2.2.

Вывод: Размер компенсации ущерба может быть обоснован как обеспечение затрат на восстановление плодородия и экологического состояния земель, так и на восполнение собственнику упущенной выгоды.

2.4. Экологическая сертификация территории

Проводится согласно руководящему документу Республики Беларусь (РД РБ 02120.5.09-99) «Экологическая сертификация территорий» от 25.01.2000 г. В основу стандарта ИСО 14015:2001 «Экологический менеджмент. Экологическая оценка территорий и организаций» положены принципы, которые должны обеспечить:

- рекомендации по процедуре оценки, не устанавливая при этом критериев последствий для бизнеса;
- приоритет клиента при выборе экспортером цели, области и критериев оценки.

Основными целями сертификации территорий являются:

- обеспечение экологической безопасности личности, общества и государства в условиях усиливающего негативного влияния техногенной деятельности на природу;
- обеспечение содействия методами и средствами сертификации комплексному решению задач по общей стабилизации экологической ситуации в республике;
- устранение неконтролируемого и неорганизованного воздействия на окружающую среду;
- обеспечение содействия внедрению в практику эффективных механизмов контроля и управления воздействием на окружающую среду на территориальном уровне;
- улучшение состояния окружающей среды путем экологизации экономической (хозяйственной) деятельности посредством внедрения экологически ориентированных методов управления;
- подтверждение соответствия фактических показателей качества окружающей среды установленным требованиям.

Участниками экологической сертификации территорий являются:

- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- Республиканский орган по стандартизации, метрологии и сертификации;
- Центральный орган по экологической сертификации;
- аккредитованные органы по экологической сертификации территории;

- аккредитованные испытательные и аналитические лаборатории;
- заявители (активные природопользователи).

Объектом экологической сертификации территорий является качество окружающей среды территорий различных категорий использования.

Различают следующие категории территорий:

- сельскохозяйственного назначения;
- лесного фонда;
- природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения;
- водного фонда;
- населенных пунктов;
- специального назначения (промышленность, транспорт, связь, оборона и др.);
- пострадавшие от катастроф, аварий или стихийных бедствий;
- запаса.

Для целей экологической сертификации выделяют два вида территорий:

- территории, оказывающие воздействие на окружающую среду (сельскохозяйственного назначения; специального назначения; пострадавшие от катастроф, аварий или стихийных бедствий);
- территории, на которых оказывается вредное антропогенное воздействие (лесного фонда; природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения; водного фонда; населенных пунктов; запаса).

Основными условиями проведения работ по экологической сертификации территорий в соответствии с РД РБ 02120.5.01-98 являются:

- наличие утвержденных в установленном порядке требований по охране окружающей среды территорий различных категорий использования, на соответствие которым проводится сертификация;
- наличие аккредитованных в установленном порядке органов по экологической сертификации, аккредитованных испытательных лабораторий (центров), специалистов в области экологической сертификации, аттестованных в установленном порядке.

Экологическая сертификация территорий проводится в обязательной и добровольной формах.

Обязательная экологическая сертификация территорий проводится в случаях, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Добровольная экологическая сертификация территорий проводится по инициативе заявителей на основе договора между ними и органом по экологической сертификации территорий.

При положительных результатах экологической сертификации территории заявителю выдается экологический сертификат и разрешение на применение Знака соответствия Подсистемы.

При отрицательных результатах экологической сертификации территории заявителю выдается решение об отказе в выдаче экологического сертификата с указанием причин.

Общие требования к порядку проведения экологической сертификации территорий и схемы, по которым должна проводиться сертификация, установлены в РД РБ 02120.5.11-99.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кадастровая оценка земель: Сб. норматив. актов. – Минск, 1994.
2. Руководство по ведению АПК в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 1997–2000 годы / Под ред. И.М. Богдевича. – Минск, 1997.
3. ОСП–2002. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. Санитарные правила и нормы 2.6.1.8–2002. – Минск: РЦГЭ МЗ РБ, 2002.
4. Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 23.12.2004, № 1623.
5. Бадьина, В.М. Сельскохозяйственная экология: курс лекций. – Минск: БГЭУ, 2002.
6. Народное хозяйство Брестской области // Стат. ежегодник. – Брест, 2003.
7. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень, 2009.
8. Гатаулин, А.М. Экономико-математические методы в планировании сельскохозяйственного производства / А.М. Гатаулин, Г.В. Гаврилов, Л.А. Харитоновна. – М: Агропромиздат, 1986.
9. Кравченко, Р.Г. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / Р.Г. Кравченко, И.Г. Попов, С.З. Толпекин. – М: Колос, 1973.
10. Холод, Н.И. Резервы роста эффективности сельскохозяйственного производства / Н.И. Холод. – Минск: Ураджай, 1984.
11. Галковский, С.В. К вопросу о совершенствовании отраслевой структуры мелиоративного земледелия / С.В. Галковский, В.Ф. Галковский // Выявление интеллектуального и ресурсного местного потенциала и обеспечение устойчивого развития Полесского региона: материалы IV науч.-практ. конф. исследований молодых ученых Пинщины, Пинск, 24 апреля 2008 г.; редкол.: Ю.Н. Деркач [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2008. – С. 206–209.
12. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – М., 1993.

13. Алексахин, Р.М. Радиологические уроки радиационных аварий, итоги и нерешенные задачи // Радиоэкология: успехи и перспективы: Материалы науч. семинара, 3–7 октября 1994 г. / Рос. акад. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. радиологии и агроэкологии. – Севастополь, 1994. – С. 101–102.

14. Богдевич, И.М., Щербаков, В.А. Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции // Известия Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1997. – № 1. – С. 30–40.

15. Подобедов, И.И., Шумак, В.В. Влияние применения минеральных удобрений на поступление ^{137}Cs в многолетние злаковые травы на торфяно-болотных почвах // Вестник ПГУ, серия природо-ведческих наук. – 2009. – № 2. – С. 50–55.

16. Соколовский, Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: практикум / Н.К. Соколовский, А.И. Чертков, О.С. Шимова. – Минск: БГЭУ, 2003.

17. Гусаков, В.Г. и др. Эколого-экономические нормативы эффективного использования разнокачественных земель сельскохозяйственного назначения / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Инст. аграр. эк-ки. – 2003.

18. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / Богдевич И.М. [и др.] – Минск: Руп «Институт почвоведения и агрохимии». – 2010.

19. Основы экологии и экономика природопользования: практикум / В.В. Шумак [и др.]. – Минск: Дикта: Мисанта. – 2011.

Учебное издание

Шумак Виктор Викторович
Галковский Сергей Васильевич
Рошка Тамара Борисовна
Подобедов Иван Иванович
Щерба Галина Александровна
Филипенко Василий Стефанович

Эколого-экономические аспекты землепользования

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Корректор *Т.Т. Шрамук*

Подписано в печать 20.04.2012 г. Формат 60х84/16
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.
Усл. печ. л. 3,89. Уч.-изд. л. 2,13.
Тираж 60 экз. Заказ № 1867.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Полесского государственного университета
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.